الباب الثالث : البيولوجيا الجزيئية

الفصل الأول : الحمض النووي DNA والمعلومات الوراثية

البيولوجيا الجزيئية :

أحد فروع علم البيولوجي(الأحياء) يختص بدراسة الأساس الجزيئي للوراثة وهو يتقدم بسرعة كبيرة

الجينات: هي وحدات المعلومات الوراثية التي تتحكم في الصفات الموروثة

- أثناء انقسام الخلية تنفصل الصبغيات (الكروموسومات) عن بعضها بحيث .
  يصبح في النهاية لكل خلية ناتجة نفس عدد الصبغيات الموجودة في الخلية الأصلية.
- وعلى ذلك فإن الصبغيات هي التي تحمل المعلومات الوراثية .

***لكن الصبغيات يدخل في تركيبها مركبان أساسيان :**

١- DNA

٢- **البروتينات** : فأي منهما يحمل المعلومات الوراثية ؟

◙ اعتقد العلماء في بداية الأمر أن البروتينات هي التي تحمل المعلومات الوراثية للأسباب التالية : .

١- البروتينات مجموعة من الجزيئات المتنوعة حيث يدخل في تركيبها ٢٠ حمضاً أمينياً مختلفاً .
تتجمع الأحماض الأمينية بطرق مختلفة لتعطي عدداً لا حصر له من المركبات البروتينية المختلفة .

٢- DNA يدخل في تركيبه ٤ نيوكليوتيدات فقط

◙ ظهر خطأ هذا الاعتقاد في الأربعينيات من القرن الماضي حيث اتضح أن : .
DNA هو الذي يحمل المعلومات الوراثية وأنه هو المادة الوراثية.

الأدلة على أن DNA هو المادة الوراثية

١- التحول البكتيري : للعالم البريطاني [جرفث]

أجرى جرفت تجاربه على الفئران مستخدماً نوعين من سلالة البكتريا المسببة للالتهاب الرئوي وهما : .

أ- **سلالة مميتـــــة** (S) : تؤدي إلى موت الفئران بسبب الالتهاب الرئوي الحاد

ب- **سلالة غير مميتة** (R) : تؤدي إلى إصابة الفئران بالالتهاب الرئوي ولا تسبب موتها

التجارب :

١- حقن فئران ببكتريا (S) فماتت فتأكد من هذه السلالة مميتة.

٢- حقن مجموعة أخرى من الفئران ببكتريا (R) فلم تمت فتأكد من أن هذه السلالة غير مميتة.

٣- حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (S) سبق قتلها بالحرارة فلم تمت الفئران

Mr.Moussa.AlSyed

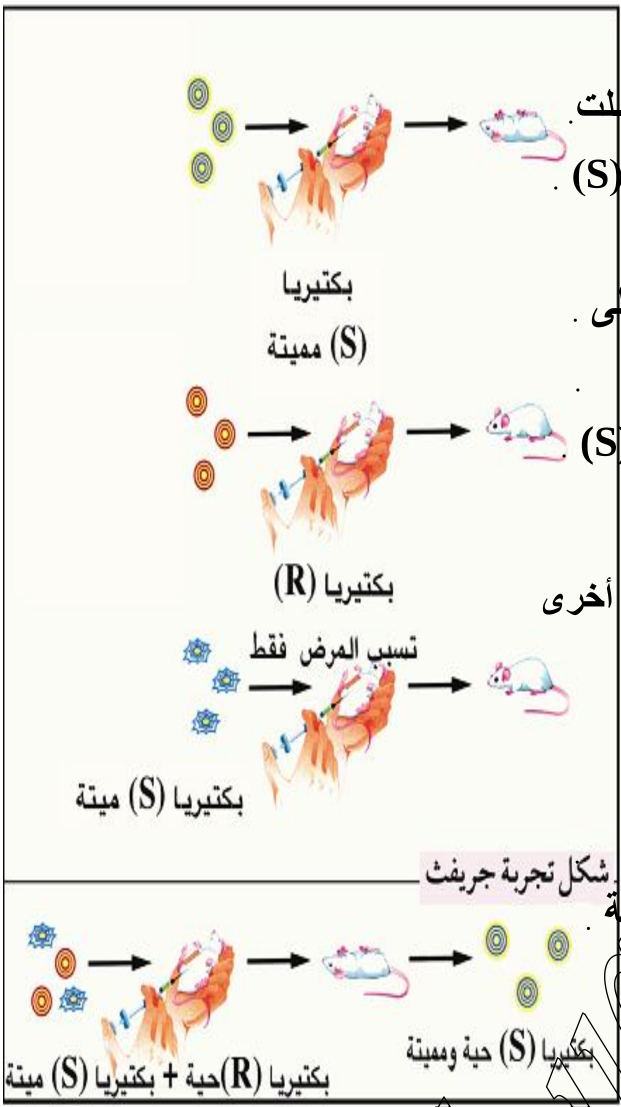
فتأكد من أن سلالة البكتيريا (S) المقتولة بالحرارة غير مميتة.

٤- حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (S) سبق قتلها بالحرارة مع سلالة بكتيريا (R) حية .

فماتت الفئران استنتج أن : .

◘ المادة الوراثية الخاصة بسلالة البكتريا(S)المميتة قد انتقلت إلى سلالة البكتيريا(R)غير المميتة فتحولت إلى السلالة(S) . وأصبحت مميتة .

◘ أطلق جرفث على ظاهرة تحول البكتريا(R)غير المميتة إلى . سلالة البكتريا (S) المميتة اسم (التحول البكتيري) . ولكنه لم يفسر كيفية انتقال المادة الوراثية من السلالة (S) . إلى السلالة(R) .



شكل تجربة جريفث

التحول البكتيري تحول إحدى سلالات البكتيريا إلى سلالة أخرى

تجربة العالم (إفري) :

الخطوات :

١- عزل مادة التحول البكتيري التي تسببت في تحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى سلالة البكتيريا (S) المميتة .

٢- قام بتحليل مادة التحول البكتيري كيميائياً .

الملاحظة : مادة التحول البكتيري تتكون من DNA

التفسير العام للتحول البكتيري سلالة البكتيريا(R)امتصت DNA الخاص بسلالة البكتيريا(S) فاكتسبت خصائصها وانتقلت هذه الخصائص إلى الأبناء.

الاعتراض على أن DNA هو المادة الوراثية :

DNA الذي سبب التحول البكتيري لم يكن نقياً تماماً لكنه كان يحمل كمية . من البروتين يحتمل أن تكون السبب في إحداث هذا التحول.

التجربة الحاسمة تم اكتشاف إنزيم دآى أكسي ريبونيوكلييز الذي يعمل على تحليل(تفكيك) جزئ DNA تماماً ولا يؤثر على البروتينات أو RNA .

الخطوات :

١- تم معاملة المادة النشطة المنتقلة(DNA+البروتينات)المسئولة عن التحول البكتيري . بإنزيم دآي أكسي ريبونيوكلييز.

٢- نقل هذه المادة إلى سلالة البكتيريا(R)غير المميتة

Mr.MoussaAlSyed

◙ **الملاحظــة :** لم تتحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة إلى السلالة الأخرى (S) المميتة

◙ **التفسيـر :** تتوقف عملية التحول البكتيري نتيجة لغياب مادة DNA التي تحللت

◙ **الاستنتاج :** DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين

٢- لاقمات البكتيريا (البكتيريوفاج) :

البكتيريو فاج فيروس يتركب من مادة وراثية DNA يحيط بها غلاف بروتيني يمتد ليكون ما يشبه الذيل

تكاثر البكيريوفاج

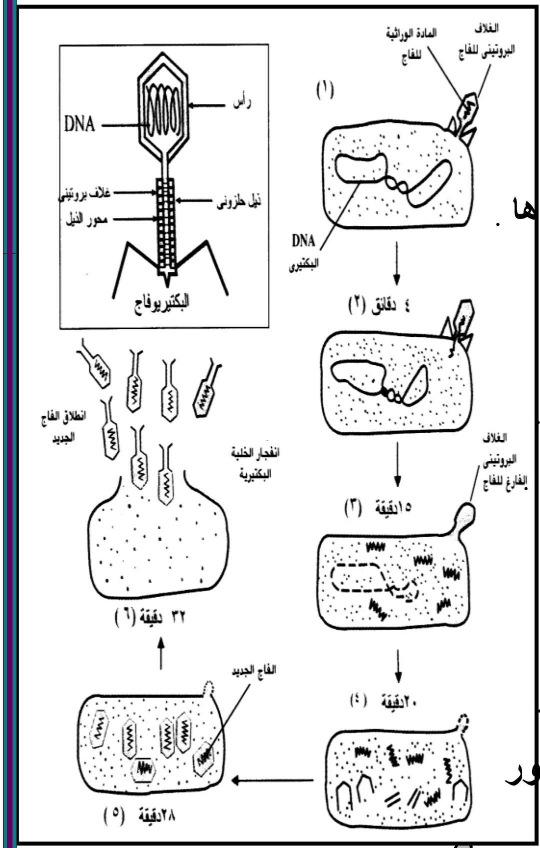
١- يهاجم الفيروس الخلية البكتيرية فيتصل بها عن طريق الذيل .

٢- تنفذ المادة الوراثية للفيروس إلى داخل الخلية البكتيرية وتتضاعف أعدادها .

٣- تنفجر الخلية البكتيرية بعد حوالي ٣٢ دقيقة ويخرج منها حوالي .

١٠٠ فيروس جديد مكتمل التكوين ليهاجم خلايا بكتيرية جديدة.

◙ يتضح من تكاثر البكتيريو فاج أن مادة ما انتقلت من الفيروس إلى الخلية البكتيرية وهذه المادة تحتوي على المعلومات الوراثية (الجينات)للفيروس



شكل تكاثر الباكتيريوفاج

تجربة العالمان هيرشي وتشيس

استغل هيرشي وتشيس حقائق علمية وهي أن :

- DNA : يدخل في تركيبه الفوسفور ولا يدخل في تركيبه الكبريت .
- **البروتين :** قد يدخل في تركيبه الكبريت ولا يدخل في تركيبه الفوسفور

الخطـــوات

١- قاما بترقيم DNA الفيروسي (DNA للبكتيريوفاج) بالفوسفور المشع .
وترقيم البروتين الفيروسي بالكبريت المشع وسمحا لهذا الفيروس بمهاجمة البكتيريا .

٢- قاما بالكشف عن كل من الفوسفور المشع والكبريت المشع في داخل وخارج الخلايا البكتيرية .

الملاحظة :

١- كل الفوسفور المشع انتقل إلى داخل خلايا البكتيريا دليل على دخول كل DNA الفيروسي .

٢- ٣٪ فقط من الكبريت المشع انتقل إلى داخل خلايا البكتيريا دليل على عدم دخول أغلب البروتين الفيروسي.

الاستنتاج DNA الفيروسي يدخل الخلية البكتيرية ويدفعها إلى بناء فيروسات جديدة

نستنتج من تجارب التحول البكتيري والتجارب التي أجريت على البكتيريوفاج : .

➲ أن جينات سلالات البكتيريا الخاصة بالالتهاب الرئوي وفيروسات الفاج تتكون من DNA

ونلاحظ أن : هذه الاستنتاجات اقتصرت على الكائنات الحية التي أجريت عليها هذه التجارب

◘ **لكن هل كل الجينات عبارة عن DNA**

📖 **الإجابة :** لا ...... لأن هناك بعض الفيروسات مادتها الوراثية RNA ومن المؤكد أن هذه الفيروسات تشذ عن القاعدة لأنها تمثل جزءاً صغيراً من صور الحياة ولكن كل الدراسات أكدت على أن DNA هو المادة الوراثية لجميع الأحياء تقريباً .

٣- كمية DNA :

في حقيقيات النواة : وجد بالقياس أن :

١- كمية DNA في أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لكائن معين(مثل الدجاج) . متساوية وكمية البروتين في نفس الخلايا غير متساوية.

٢- كمية DNA في الخلايا الجنسية (الأمشاج) تعادل نصف كمية DNA في الخلايا الجسدية . لنفس الكائن الحي بينما البروتين لا يشترط أن تكون كميته أقل في الخلايا الجنسية .

ولأن الفرد الجديد : ينشأ من اتحاد مشيج مذكر مع مشيج مؤنث يجب أن يحتوي كل مشيج على نصف كمية DNA (المعلومات الوراثية) الموجودة فغي الخلية الجسدية وإلا فإن المادة الوراثية ستتضاعف في كل جيل ولا ينطبق ذلك على البروتين .

٣- البروتينات وجزيئات RNA يتم هدمها وإعادة بناؤها باستمرار داخل الخلايا . بينما DNA يكون ثابتاً بشكل واضح في الخلية (لا يتحلل) .

الاستنتاج DNA هو المادة الوراثية في حقيقيات النواة بينما البروتين لا يعمل كمادة وراثية

الحمض النووي DNA

تركيب DNA:

١- يتركب شريط DNA من نيوكليوتيدات كل **نيوكليوتيدة** تتكون من ٣ مكونات :

(أ) **سكر خماسي الكربون :** دايوكسي ريبوز

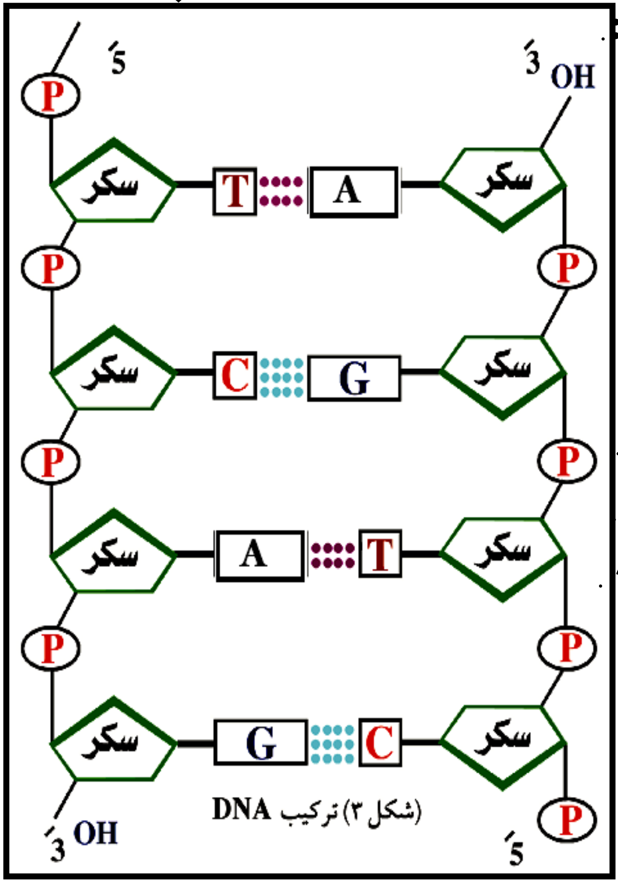
(ب) **مجموعة من الفوسفات :** مرتبطة برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (٥) في السكر الخماسي

(ج) **قاعدة نيتروجينية :** ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (١) في السكر الخماسي

ويحتوي شريط DNA على **٤ قواعد نيتروجينية** قد تكون إحدى مشتقات :

◘ **البيرميدينات :** ذات حلقة واحدة مثل **الثايمين (T) أو السيتوزين (C)**

◘ **البيوريـنات:** ذات حلقتين مثل **الأدنين (A) أو الجوانين (G)**



٢- ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها في شريط DNA كالتالي :

(أ) مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم(٥) . في سكر أحد النيوكليوتيدات ترتبط برابطة تساهمية . بذرة الكربون رقم(٣) في سكر النيوكليوتيدة التالية .

هيكل سكر فوسفات :

يطلق على شريط DNA الذي يتبادل فيه السكر والفوسفات

(ب) هيكل سكر فوسفات غير متماثل لأن به مجموعة فوسفات . حرة مرتبطة بذرة الكربون رقم(٥)في السكر الخماسي . عند أحد نهايتيه ومجموعة هيدروكسيل(OH) حرة مرتبطة . بذرة الكربون رقم(٣)في السكر الخماسي وذلك عند النهاية الأخرى للهيكل.

(ج) قواعد البيورين والبريميدين تبرز على جانب واحد من هيكل السكر فوسفات .

٣- يتساوى عدد القواعد النيتروجينية في جزيء DNA بحيث يكون : .

(أ) عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأدنين(A)مساوية لتلك التي تحتوي على الثايمين(T) .

(ب) عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الجوانين(G)مساوية لتلك التي تحتوي على السيتوزين(C) .

الأدلة المباشرة على تركيب DNA

١- دراسات فرانكلين

استخدمت فرانكلين تقنيات حيود أشعة (X) في الحصول على صور لبلورات من DNA عالي النقاوة كالتالي .

أ- قامت بإمرار أشعة (X) خلال بللورات من جزيئات DNA ذات تركيب منتظم.

ب- نشأ عن ذلك تشتت لأشعة (X) وظهور طراز من توزيع نقط يعطي تحليلها معلومات عن شكل جزئ DNA

نتائج دراسات فرانكلين نشرت فرانكلين صوراً لبلورات من DNA عالي النقاوة أوضحت أن :

١- جزئ DNA ملتف على شكل حلزون أو لولب بحيث تكون القواعد متعامدة على طول الخيط.

٢- هيكل سكر فوسفات يوجد في الجهة الخارجية من اللولب وتوجد القواعد النيتروجينية جهة الداخل.

٣- قطر اللولب يدل على أنه يتكون من أكثر من شريط من DNA .

٢- نموذج واطسون وكريك لتركيب DNA

أ) يتركب نموذج DNA من شريطين يرتبطان معاً كالسلم حيث : .

١- يمثل هيكلا السكر والفوسفات جانبي السلم

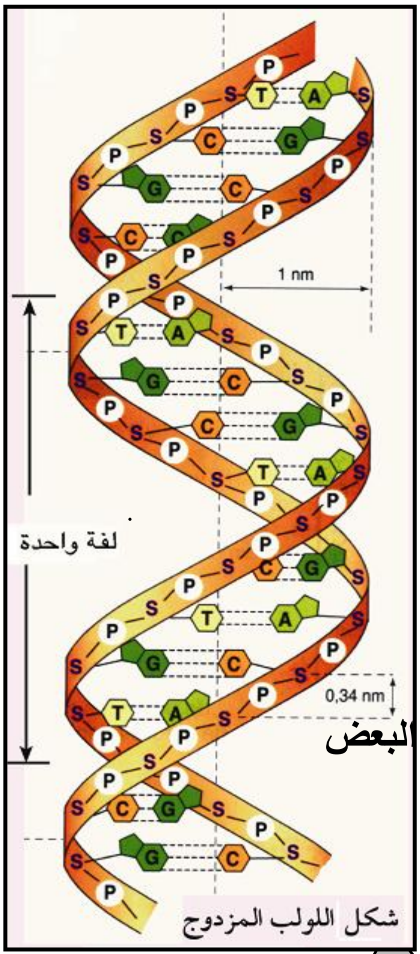
٢- تمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم.

ب) يتكون الدرج من إحدى الحالتين التاليتين : .

١- ارتباط قاعدة الأدنين(A) مع قاعدة الثايمين(T) برابطتين هيدروجينيتين.

٢- ارتباط قاعدة الجوانين(G) مع قاعدة السيتوزين(C) بثلاث روابط هيدروجينية.

جـ) عرض درجات السلم على امتداد الجزيء يكون متساوي(يكون شريطاDNAعلى نفس المسافة من بعضهما) لأن كل درج يتكون من قاعدة ذات حلقة واحدة (البريميدينات) وأخرى ذات حلقتين(البيورينات).



شكل اللولب المزدوج

د) شريطيDNA أحدهما معكوس الوضع بالنسبة للآخر حيث يكون : .

- أحد الشريطين اتجاهه (`5 ← `3) .

- بينما الشريط المقابل يكون اتجاهه (`3 ← `5) بمعنى أن : .

مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بذرة الكربون رقم(5) .

في السكر الخماسي في شريطيDNA تكون.

عند الطرفين المتعاكسين لكي تتكون الروابط الهيدروجينية.

بين زوجي القواعد النيتروجينية بشكل سليم

هـ) يلتف (يجدل)سلمDNA ككل بحيث تتكون كل لفة على الشريط الواحد من ١٠ نيوكليوتيدات ليتكون لولب أو حلزونDNA .

اللولب المزدوج

اسم يطلق على جزئ DNA لأنه يتكون من شريطين يلتفان حول بعضهما البعض

تضاعف DNA

س: علل : يجب تضاعف جزيئات في الخلية قبل أن تبدأ في الانقسام؟

📖 ج : حتى تستقبل كل خلية جديدة نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم.

◙ **واطسون وكريك** : أشارا إلى أن :

شريطي DNA يحتويان على قواعد نيتروجينية متكاملة حيث أن تتابع .

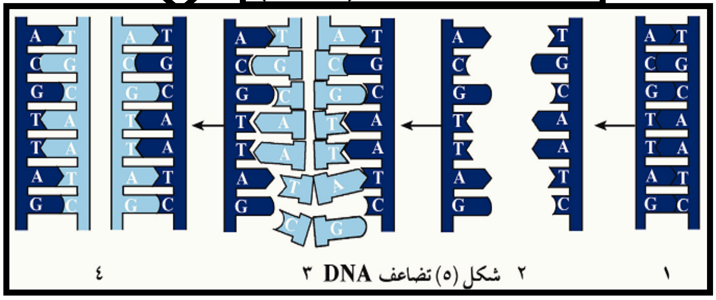
النيوكليوتيدات في كل شريط يوفر المعلومات اللازمة لبناء الشريط المقابل .

مثال:إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية في جزء من الشريط هو(3... A – A – T – C – C ...5)

فإن قطعة الشريط التي تتكامل معها يكون ترتيب قواعدها (5... T – T – A – G – G ...3)

إذا ما تم فصل شريطي DNAعن بعضهما فإن أياً منهما يمكن أن يعمل كقالب لإنتاج شريط يتكامل معه

الإنزيمات وتضاعف DNA



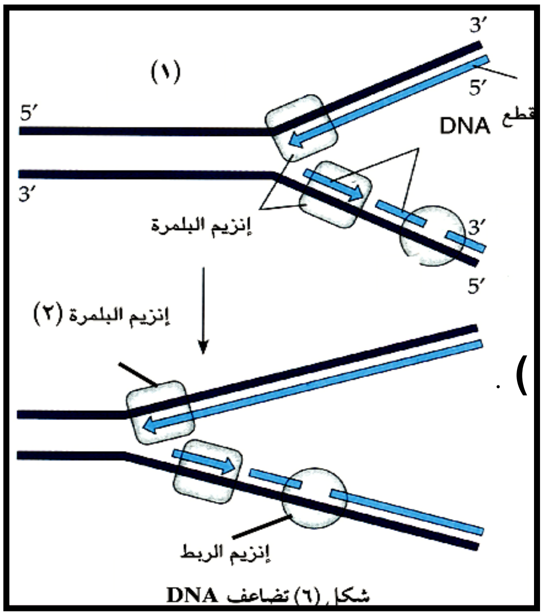
يتطلب نسخ DNA تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات في الخلية وذلك حسب **الخطوات التالية** :

١- ينفك التفاف اللولب المزدوج.

٢- تتحرك **إنزيمات اللولب** (DNA - helcases) على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين عن بعضهما بكسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد المتزاوجة في الشريطين

٣- يبتعد الشريطان عن بعضهما لتتمكن القواعد من تكوين روابط هيدروجينية مع نيوكليوتيدات جديدة .

٤- تقوم **إنزيمات البلمرة** (DNA- Polymerase) ببناء أشرطة DNA جديدة كالتالي : .



شكل (٦) تضاعف DNA

أ) الشريط (`3 ← `5) الأصلي القالب : بإضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة بعد الأخرى من البداية (`5) إلى النهاية (`3). للشريط الجديد وذلك بعد أن تتزاوج القاعدة النيتروجينية . في النيوكليوتيدة الجديدة مع القاعدة النيتروجينية الموجودة. على شريط القالب.

ب) **إنزيم البلمرة** يعمل في اتجاه واحد فقط (من الطرف ٥ً←٣ً) . للشريط الجديد وعلى ذلك فإنه : عند فصل إنزيم اللولب . لشريطي جزئ DNA يتم ذلك في من (٥ً ← ٣ً) . لأحد الشريطين ومن (٣ً ← ٥ً) للشريط الآخر :

١- بالنسبة للشريط القالب (٣ً←٥ً) : لا توجد مشكلة حيث أن إنزيم **البلمرة** يتبع إنزيم **اللولب** مباشرة مضيفاً نيوكليوتيدات جديدة في الاتجاه من (٥ً ← ٣ً) للشريط الجديد .

٢- بالنسبة للشريط الآخر المعاكس(٥ً ← ٣ً) :فإن إنزيم البلمرة لا يعمل في اتجاه(٣ً←٥ً) . للشريط الجديد ولذلك فإن هذا الشريط الجديد (٣ً←٥ً) يتم بناؤه على شكل قطع صغيرة في اتجاه من (٥ً ← ٣ً) للشريط الجديد ثم ترتبط هذه القطع مع بعضها البعض بواسطة إنزيم الربط (DNA-ligase)

تضاعف DNA في أوليات و حقيقيات النواة :

تضاعف DNA في أوليات النواة	تضاعف DNA في حقيقيات النواة
يوجد DNA في السيتوبلازم على شكل لولب مزدوج تلتحم نهاياته ويتصل بالغشاء البلازمي عند نقطة واحدة يبدأ عندها نسخ جزئ DNA	ينتظم DNA في صورة صبغيات حيث يحتوي كل صبغي على جزئ واحد من DNA يمتد من أحد طرفي الصبغي إلى الطرف الأخر ويبدأ نسخ DNA عند أي نقطة على امتداد الجزئ

Mr.Moussa.AlSyed

إصـــلاح عيـــوب DNA

◙ كل المركبات البيولوجية التي توجد في الخلية على شكل بوليمرات معرضة للتلف.

البوليمرات: مركبات طويلة تتكون من وحدات بنائية متكررة كالنشا والبروتين والأحماض النووية ومنها DNA.

◙ تفقد الخلية البشرية يومياً ٥٠٠٠ قاعدة بيورينية (أدنين وجوانين) من DNA الموجود بها .

أسباب تلف DNA (أسباب تلف المركبات البيولوجية) :

١- حرارة الجسم حيث تعمل على كسر الروابط التساهمية التي تربط السكريات الخماسية.

٢- المركبات الكيميائية.

٣- الإشعاع .

٤- البيئة المائية داخل الخلايا

تأثير تلف DNA :

١- أي تلف في جزئ DNA يحدث تغييراً في المعلومات الموجودة به ينتج عنه تغيرات خطيرة في بروتينات الخلية.

٢- هناك آلاف التغيرات التي تحدث لجزئ DNA كل يوم إلا أنه لا يستمر سوى تغيران أو ثلاث والتي تكون لها صفة الدوام .

٣- الغالبية العظمى من التغيرات في DNA فتزال بكفاءة عالية نتيجة نشاط مجموعة من الإنزيمات (٢٠ إنزيم) تعمل على إصلاح عيوب DNA وهي إنزيمات الربط .

آلية إصلاح عيوب DNA :

تقوم إنزيمات الربط بالتعرف على المنطقة التالفة في جزئ DNA وإصلاحها حيث تستبدلها بنيوكليوتيدات تتزاوج مع تلك الموجودة على الشريط المقابل في الجزئ التالف.

الشروط اللازم توافرها لإصلاح عيوب DNA :

١- وجود نسخة من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي اللولب المزدوج .

٢- وجود أحد الشريطين دون تلف لتستطيع إنزيمات الربط استخدامه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل وبالتالي فإن : .

أي تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث هذا التلف في الشريطين معاً في نفس الموقع وفي نفس الوقت

ملحوظة :

المادة الوراثية في بعض الفيروسات توجد على صورة شريط مفرد من RNA ولذلك يظهر بها معدل مرتفع من التغير الوراثي الذي ينشأ عن تلف في شريط RNA وبالتالي يزيد معدل الطفرات في هذه الفيروسات

Mr.Moussa.AlSayed

علل : اللولب المزدوج يعتبر حيوياً للثبات الوراثي للكائنات الحي التي يوجد بها ؟

ج لأن أي تلف في أحد شريطي اللولب المزدوج يتم إصلاحه باستخدام المعلومات الموجودة على الشريط المقابل

DNA في أوليات النواة :

أوليات النواة كائنات حية لا تحاط المادة الوراثية DNA فيها بغشاء نووي بل توجد حرة في السيتوبلازم مثل البكتيريا.

DNA في بكتيريا إيشيريشا كولاى كمثال لأوليات النواة :

١- يوجد DNA على شكل لولب مزدوج تلتحم نهاياته .

٢- يصل طول DNA (إذا تصورنا إمكانية فرده على شكل خط مستقيم)إلى ٤و١مم . بينما لا يصل طول الخلية البكتيرية نفسها إلى حوالي ٢ ميكرون .

٣- يلتف جزئ DNA البكتيري الدائري على نفسه عدة مرات ليحتل منطقة نووية تصل إلى حوالي ١٠% من حجم الخلية .

٤- يتصل DNA بالغشاء البلازمي للخلية في موقع أو أكثر.

البلازميدات : جزيئات DNA الصغيرة الدائرية تحتوي بعض البكتيريا على واحدة أو أكثر منها

- يتم تضاعف(نسخ) البلازميدات الموجودة في الخلايا البكتيرية في نفس الوقت الذي تضاعف فيه الخلية البكتيرية DNA الرئيسي بها .

أهمية البلازميدات تستخدم على نطاق واسع في الهندسة الوراثية :

بإدخال بلازميدات صناعية إلى داخل الخلايا البكتيرية بهدف الحصول على نسخ كثيرة من هذه البلازميدات .

علل: يعتقد أن البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا(عضيات حقيقيات النواة) نشأت كأوليات نواة متطفلة داخل خلايا حقيقيات النواة ثم استقرت بها بعد ذلك ؟

ج : لاحتواء البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا على جزيئات DNA تشبه تلك الموجودة في أوليات النواة (جزيئات دائرية من DNA لا تتعقد بالبروتين) .

- ثبت وجود البلازميدات في خلايا الخميرة (من حقيقيات النواة)

DNA في حقيقيات النواة (تركيب الصبغيات) :

حقيقيات النواة : كائنات حية تحاط فيها المادة الوراثية بغشاء نووي وينتظم DNA بها في صورة صبغيات (تظهر بوضوح أثناء انقسام الخلية) .

Mr.Moussa.AlSyed

تركيب الصبغيات

١- يدخل في تركيب الصبغي جزئ واحد من DNA يمتد من أحد طرفي الصبغي إلى الطرف الأخر.

٢- يلتف جزئ DNA ويطوى عدة مرات ويرتبط بالعديد من البروتينات مكوناً الكروماتين الذي يحتوي عادة على كمية متساوية من DNA والبروتين.

تقسيم البروتينات التي تدخل في تركيب الصبغيات:

وجه المقارنة	البروتينات المستونية	البروتينات الغير هستونية
النوعيـــة	مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة . (توجد بكميات ضخمة في كروماتين أي خلية)	مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية والتنظيمية
التركيـــب و الوظيفـــة	تحتوي على قدر كبير من الحمضين القاعديين . **أرجنين وليسين :** تحمل المجموعة الجانبية (R) لهذين الحمضين الأمينيين (عند الأس الهيدروجيني PH العادي للخلية) شحنات موجبة لذلك فهي : ترتبط بقوة بمجموعات الفوسفات الموجودة في جزئ DNA والتي تحتوي على شحنات سالبة	**البروتينات التركيبية:** تلعب دوراً رئيسياً في التنظيم الفراغي لجزئ DNA داخل النواة . **البروتينات التنظيمية:** تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم في بناء RNA . والبروتينات والإنزيمات أم لا

تكثيف DNA:

- تحتوي الخلية الجسدية للإنسان على ٤٦كروموسوم
- إذا تصورنا أنه أمكن فك اللولب المزدوج لجزئ DNA في كل صبغي ووضعت هذه الجزيئات على امتداد بعضها البعض لوصل طولها إلى ٢ متر.
- الهستونات وغيرها من البروتينات هي المسئولة عن ضم هذه الجزيئات الطويلة لتقع في حيز نواة الخلية والتي يتراوح قطرها من ٢- ٣ ميكرون .

التحليل البيوكيميائي وصور المجهر الالكتروني : أوضحت أن :

١- جزئ DNA في الصبغي يلتف حول مجموعة من الهستونات مكوناً حلقات من النيوكليوسومات مما يؤدي إلى تقصير طول جزئ DNA عشر مرات

٢- لكي تستوعب النواة DNA فلا بد أن يضم الجزئ ويقصر ١٠٠٠٠٠ مرة

٣- تلتف حلقات النيوكليوسومات لتنضم مع بعضها البعض.

(إلا أن ذلك لا يكفي لتقصير جزئ DNA إلى الطول المطلوب) .

٤- تلتف أشرطة النيوكليوسومات بشدة وتترتب على شكل حلقة كبيرة بواسطة . البروتينات التركيبية غير الهستونية مكونة بذلك الكروماتين (المفرد)

Mr.Moussa.AlSayed

٥- يلتف الكروماتين(المفرد) ويتكدس بشكل كبير ليكون الكروماتين المكثف

شكل (٨ ب) شكل تخطيطى

١- اللولب المزدوج DNA ← (التفاف حول مجموعة من الهستونات) حلقات النيوكليوسومات (أقصر ١٠ مرات)

٢- النيوكليوسومات ← (التفاف وانضمام مع بعضها البعض) أشرطة النيوكليوسومات

٣- أشرطة النيوكليوسومات ← (التفاف شديد وترتيب على شكل حلقة كبيرة بواسطة البروتينات التركيبية غير الهستونية) كروماتين(مفرد)

٤- الكروماتين (المفرد) ← (التفاف وتكدس بشكل كبير) الكروماتين المكثف

ملحوظة هامة :

عندما يكون جزئ DNA مكثف في صورة كروماتين لا تصل إليه الإنزيمات الخاصة بتضاعفه لذلك يتعين فك هذا الالتفاف والتكدس على الأقل إلى مستوى النيوكليوسومات قبل أن يعمل DNA كقالب لبناء DNA أو RNA

تركيب المحتوى الجيني :

المحتوى الجيني لفرد : هو كل الجينات أي كل DNA الموجودة في خلية هذا الفرد

◙ توصل الباحثون إلى طرق يمكن بها تحديد تتابعات النيوكليوتيدات في جزيئات DNA أو RNA . مما أدى إلى معرفة ترتيب الجينات داخل جزيئات DNA في الخلية

يحتوي DNA على :

- جينات تحمل التعليمات(الشفرات) اللازمة لبناء مركبات بروتينية
- جينات تحمل التعليمات اللازمة لتتابع النيوكليوتيدات في :

١- جزئ RNA الريبوسومي(tRNA) الذي يدخل في بناء الريبوسومات

٢- جزئ RNA الناقـــــل (rRNA) الذي يحمل الأحماض الأمينية أثناء بناء البروتين.

الجينات في أوليات النواة	الجينات في حقيقيات النواة
تمثل الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات معظم المحتوى الجيني	أقل من ٧٠٪ من الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات وباقي الجينات غير معلوم الوظيفة

تعرف الباحثون على العديد من أجزاء DNA التي لا تمثل شفرة لبناء RNA أو البروتينات وأطلقوا عليها العديد من الأسماء

DNA المتكرر :

- توجد معظم جينات المحتوى الجيني في الخلية بنسخة واحدة عادة.
- تحمل كل خلايا حقيقيات النواة مئات من نسخ الجينات الخاصة ببناء RNA الريبوسومي والهستونات التي . تحتاجها الخلية بكميات كبيرة حيث أن وجود هذه النسخ(التكرارات) من الجينات يسرع من إنتاج الخلية للريبوسومات والهستونات.
- توجد تتابعات لقواعد نيتروجينية على DNA متكررة دورها غير واضح : .

مثال: في ذبابة الفاكهة يوجد في منتصف أحد الصبغيات تتابع النيوكليوتيدات A – G – A – A – G يتكرر حوالي ١٠٠٠٠٠ مرة (وهذا التتابع وغيره من التتابعات لا يمثل أي شفرة) .

أجزاء أخرى من DNA ليست بها شفرات

١- الحبيبات الطرفية الموجودة عند أطراف بعض الصبغيات.

٢- كمية كبيرة من المحتوى الجيني لحقيقيات النواة لا تمثل شفرة حيث لاحظ العلماء : .

أ) كمية DNA في المحتوى الجيني ليست لها علاقة بمقدار تعقد(رقي) الكائن أو عدد البروتينات التي يكونها .

ب) كمية صغيرة فقط من DNA في النبات والحيوان هي التي تحمل شفرة بناء البروتينات.

فمثلاً حيوان السلمندر: يوجد به أكبر محتوى جيني حيث تحتوي خلاياه على كمية من DNA تعادل ٣٠مرة قدر الموجودة في الخلايا البشرية ومع ذلك تنتج خلاياه كمية أقل من بروتين(وهذا يرجع لوجود كمية كبيرة من DNA بلا شفرة) .

وظيفة DNA الذي لا يمثل شفرة (يعتقد أنه) :

١- يعمل على احتفاظ الصبغيات بتركيبها .

٢- يمثل إشارات للمناطق التي يبدأ عندها بناء m-RNA (الرسول)وتعتبر هذه المناطق هامة في بناء البروتين

س : قارن بين DNA في أوليات و حقيقيات النواة ؟

وجه المقارنة	DNA في أوليات النواة	DNA في حقيقيات النواة
التواجد	يوجد في السيتوبلازم	يوجد داخل النواة في الصبغيات (محاط بالغشاء النووي)
الشكل	لولب مزدوج ملتحم الأطراف ويتصل بالغشاء البلازمي عند نقطة أو أكثر	لولب مزدوج يوجد على هيئة صبغيات . (ولا تلتحم أطراف)
التعقد بالبروتين	غير معقد بالبروتين .	معقد بالبروتينات الهستونية وغير الهستونية .
الشفرة الوراثية	معظمه يحمل شفرة .	بعضه لا يحمل شفرات .
التضاعف	يبدأ التضاعف من نقطة التحامه مع الغشاء البلازمي	يبدأ التضاعف من أي نقطة عليه.

الطفرات Mutations

الطفـرة هي تغير مفاجئ في طبيعة العوامل الوراثية(الجينات)المتحكمة في صفات معينة مما ينتج عنه تغيير هذه الصفات في الكائن الحي

لاحظ أن : ١- تعتبر الطفرة حقيقية إذا ظلت متوارثة على مدى الأجيال المتتالية
٢- يجب التمييز بين الطفرة الناتجة عن تغير في تركيب العامل الوراثي(الجين) وبين التغيير الناتج عن تأثير البيئة أو انعزال الجينات وإعادة اتحادها

أنواع الطفرات :

أ- حسب أهميتها الاقتصادية :

طفرات مرغوب فيها	طفرات غير مرغوب فيها
طفرات نادرة يحاول الإنسان استحداثها للاستفادة منها **مثال :** الطفرة التي أدت إلى ظهور سلالة(انكن) من الأغنام ذات الأرجل القصيرة والمقوسة مما يجعلها لا تستطيع تسلق سور الحظيرة وإتلاف النباتات المزروعة واعتبرها المربي صفة نافعة فعمل على إكثارها	تمثل أغلب الطفرات **مثال :** ١- بعض التشوهات الخلقية في الإنسان ٢- العقم عند النبات الذي يسبب نقص المحصول

ب- حسب طبيعتها :

١- الطفرات الجينية

طفرات تحدث نتيجة تغير في تركيب الجين (تحديداً في ترتيب القواعد النيتروجينية في جزئ DNA) . مما يؤدي إلى تكوين إنزيم مختلف يظهر صفة جديدة.

☺ يصاحب هذا التغيير في التركيب الكيميائي للجين تحوله من الصورة السائدة إلى المتنحية أو العكس(في حالات نادرة)

٢- الطفرات الصبيغة

طفرات تحدث نتيجة تغيير في أعداد أو تركيب الصبغيات

أ) التغيير في عدد الصبغيات بزيادة أو نقص صبغي أو أكثر في الأمشاج بعد الانقسام الميوزي :

١- **الزيادة في عدد الصبغيات :** كما في حالة كالينفلتر(تحتوي الخلايا على صبغي واحد أو أكثر زائد)

٢- **النقـص في عدد الصبغيات :** كما في حالة تيرنر (نقص صبغي واحد في الخلايا)

٣- **تضاعــف عدد الصبغيات : (التضاعف الصبغي) : Polyploidy**

يحدث نتيجة عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنتروميرات و عدم تكوين الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين

حدوثه : قد تحدث ظاهرة التضاعف الصبغي في أي كائن :

أكثر شيوعاً في النبات المعروفة فيتم فيها التعدد الصبغي (٣ن،٤ن،٦ن،٨ن حتى ١٦ن) .

يحدث ذلك عندما تتضاعف الصبغيات في الأمشاج .

نتيجته ينتج عنه أفراد لها صفات جديدة نظراً لأن كل جين يكون ممثلاً بعدد أكبر فيكون تأثيرها أكثر وضوحاً فيكون النبات أكثر طولاً وأكبر حجماً وبخاصة الأزهار والثمار.

- يوجد حالياً كثير من المحاصيل والفواكه ذات التعدد الرباعي(٤ن) ومنها (القطن والقمح والتفاح والعنب والكمثرى والفراولة)

علل تقل ظاهرة التضاعف(التعدد) الصبغي في عالم الحيوان ؟

ج : لأن تحديد الجنس في الحيوان يتطلب وجود توازن دقيق بين عدد كل من الصبغيات الجسمية والجنسية لذا يقتصر وجوده على بعض الأنواع الخنثى من القواقع والديدان . (والتي ليست لديها مشكلة في تحديد الجنس)

لاحظ أن : ١- وجد أن التضاعف الثلاثي (٣ن) في الإنسان مميت ويسبب إجهاضاً للأجنة
٢- مع ذلك فإن بعض خلايا الكبد والبنكرياس في الإنسان بها تعدد صبغي

ب) التغيير في تركيب الصبغيات يحدث نتيجة تغيير ترتيب الجينات على نفس الصبغي بسبب :

١- زيادة أو نقص جزء صغير من الصبغي
٢- تبادل أجزاء بين صبغيات غير متماثلة
٣- انفصال قطعة من الصبغي أثناء الانقسام والتفافها حول نفسها ١٨٠° ثم التحامها في الوضع المقلوب على نفس الصبغي

جـ – حسب مكان حدوثها

الطفرات المشيجية	الطفرات الجسمية
▣ تحدث في الخلايا التناسلية .	▣ تحدث في الخلايا الجسمية
▣ تظهر الصفات الجديدة على الجنين الناتج	▣ تظهرأعراض مفاجئة على العضو الذي تحدث بخلاياه الطفرة.
▣ تتم في الكائنات الحية التي تتكاثر تزاوجياً	▣ أكثر شيوعاً في النباتات التي تتكاثر خضرياً

الطفرة في النباتات التي تتكاثر خضرياً

١- ينشا عنها فرع جديد من النبات العادي يحمل صفات مختلفة عن النبات الأم
٢- يمكن فصل هذا الفرع وزرعه وإكثاره خضرياً إذا كانت الصفة الجديدة مرغوباً فيها.

Mr.Moussa.AlSyed

د- حسب مسبباتها (منشأ الطفرات)

١- طفرة تلقائية تحدث دون تدخل الإنسان وهي نادرة الحدوث (نسبتها ضئيلة جداً)

سبب حدوثها : تأثيرات البيئة المحيطة بالكائن :

١- الأشعة الكونية

٢- الأشعة فوق البنفسجية

٣- المركبات الكيميائية

أهميتها تلعب الطفرات التلقائية دوراً هاماً في عملية تطور الأحياء

٢- طفرة مستحدثة

تحدث بتدخل الإنسان للحصول على صفات مرغوب فيها في كائنات معينة

يستخدم الإنسان لعمل الطفرات المستحدثة :

١- **عوامل طبيعيـــة** : أشعة إكس - أشعة جاما - الأشعة فوق البنفسجية

٢- **عوامل كيميائية** : غاز الخردل - مادة الكوليشيسين - حمض النيتروز

الطريقة : عند معالجة القمم النامية في النبات بهذه المواد تضمر وتموت ليتجدد تحتها أنسجة جديدة تحتوي خلاياها على عدد مضاعف من الصبغيات

◙ أغلب الطفرات المستحدثة تحمل صفات غير مرغوبة إلا أن الإنسان ينتقي منها ما هو نافع

◙ من أمثلة الطفرات المستحدثة المرغوب فيها :

١- طفرات تؤدي إلى تكوين ثمار فواكه كبيرة الحجم وحلوة المذاق وخالية من البذور

٢- طفرات لكائنات دقيقة كالبنسيليوم لها القدرة على إنتاج كميات كبيرة من المضادات الحيوية

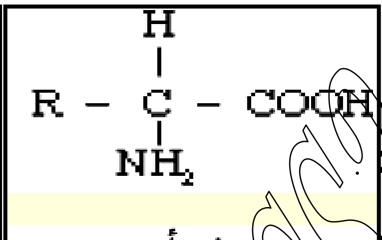
Mr.MoussaAlSayed

الفصل الثاني : الأحماض النووية وتخليق البروتين

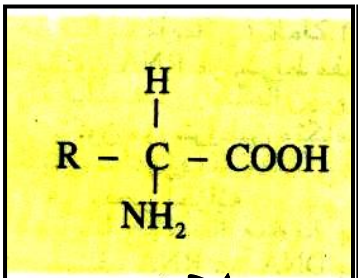
◙ يوجد في الأنظمة الحية آلاف الأنواع من المركبات البروتينية التي تقسم إلى قسمين :

البروتينات التركيبية	البروتينات التنظيمية
بروتينات تدخل في تراكيب محددة في الكائن الحي **مثال :** ١- **الأكتين والميوسين** يدخلان في تركيب العضلات وغيرها من أعضاء الحركة ٢- **الكولاجين** : يدخل في تركيب الأنسجة الضامة ٣- **الكيراتين** : يكون الأغطية الواقية كالجلد والشعر والحوافر والقرون والريش	بروتينات تنظم العديد من عمليات وأنشطةالكائن الحي **مثال :** ١- **الإنزيمات** تنشط التفاعلات الكيميائية بالكائن الحي ٢- **الأجسام المضادة** : تكسب الجسم المناعة ضد الميكروبات والأجسام الغريبة ٣- **الهرمونات** : تمكن الجسم من الاستجابة للتغيرات في بيئته الداخلية والخارجية

- هناك خطة مشتركة آلاف الأنواع من البروتينات التي توجد في الأنظمة الحية.
- يدخل في تركيب البروتينات ٢٠ نوع من الأحماض الأمينية(الوحدات البنائية للبروتين) .
- الأحماض الأمينية لها تركيب أساسي واحد



حمض أميني



جلايسين

تركيب الحمض الأميني

تتصل ذرة الكربون الأولى في الحمض الأميني بـ :

١- ذرة هيدروجين(H) .

٢- مجموعة كربوكسيل (COOH) .

٣- مجموعة أمينية (NH_2) .

٤- مجموعة ألكيل(R) تختلف باختلاف الحمض الأميني عدا الحمض الأميني .

الجليسين : فإنه الحمض الأميني الوحيد الذي يحتوي على ذرة هيدروجين بدلاً من مجموعة الألكيل

ارتباط الأحماض الأمينية ببعضها

ترتبط الأحماض الأمينية ببعضها بروابط ببتيدية في وجود إنزيمات خاصة في تفاعل نازع للماء لتكوين. بوليمر عديد الببتيد الذي يكون البروتين

الفروق بين البروتينات المختلفة ترجع إلى :

١- اختلاف أعداد وأنواع وترتيب الأحماض الأمينية في البوليمرات.

٢- عدد البوليمرات التي تدخل في بناء البروتين.

٣- الروابط الهيدروجينية الضعيفة التي تعطي للجزئ شكله المميز

Mr.Moussa.AlSyed

الأحماض النووية الريبوزية (RNA s)

هناك أوجه تشابه واختلاف بين جزئ DNA وجزئ RNA يتضح ذلك من الجدول التالي :.

DNA	RNA
أوجه التشابه	
١- يتكون كل منهما من سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات بنائية من النيوكليوتيدات. ٢- تتكون كل نيوكليوتيدة من : سكر خماسي قاعدة نيتروجينية مجموعة فوسفات. ٣- ترتبط مجموعة الفوسفات بذرة الكربون رقم(5) في سكر أحد النيوكليوتيدات بذرة الكربون رقم(3) في سكر النيوكليوتيدة السابقة ليتكون هيكل سكر فوسفات.	
أوجه الاختلاف	
١- السكر الخماسي هو سكر الديؤكسي ريبوز (الذي يحتوي على ذرة أكسجين أقل من سكر الريبوز)	١- السكر الخماسي هو سكر الريبوز
٢- القواعد النيتروجينية هي: الأدنين والجوانين والسيتوزين والثايمين [G≡C A=T]	٢- القواعد النيتروجينية هي : الأدنين والجوانين والسيتوزين واليوراسيل بدلاً من الثايمين[G≡C A=U]
٣- يتكون من شريط مزدوج(شريطين متكاملين) من النيوكليوتيدات	٣- يتكون من شريط مفرد(غالباً) من النيوكليوتيدات وقد يزدوج في بعض أجزائه
٤- مادة الوراثية في جميع الكائنات الحية ما عدا بعض الفيروسات	٤- مادة الوراثة في بعض الفيروسات
٥- يوجد داخل النواة	٥- ينتقل من النواة إلى السيتوبلازم
٦- ينسخ نفسه	٦- ينسخ من DNA
٧- نوع واحد	٧- ٣ أنواع أساسية تسهم في بناء البروتين

أنواع الأحماض النووية

أ) الحمض النووي RNA الرسول (m RNA)

نسخ حمض RNA الرسول من DNA :

١- ينسخ m RNA من أحد شريطي DNA بارتباط إنزيم بلمرة RNA (RNA-Polymerase) بتتابع للنيوكليوتيدات على DNA يسمى المحفز(Promoter) .

٢- ينفصل شريطا DNA عن بعضهما حيث يعمل أحدهما كقالب لبناء شريط متكامل من mRNA .

٣- يتم ربط الريبونيوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط mRNA النامي واحدة تلو الأخرى في اتجاه(٥َ ←٣َ) . حيث يعمل الإنزيم في اتجاه (٣َ ←٥َ) على قالب DNA .

يشبه نسخ mRNA عملية تضاعف DNA فيما عدا :

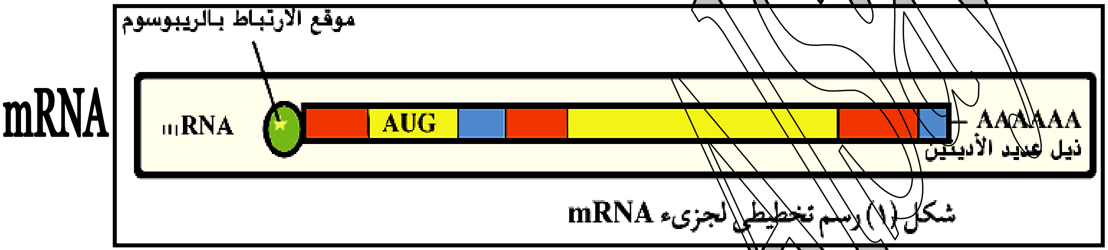
١- عملية تضاعف DNA لا تقف إلا بعد نسخ كل DNA في الخلية أما RNA فيتم نسخ جزء فقط من DNA (جين)

Mr.Moussa.AlSyed

٢- حيث أن DNA مزدوج الشريط فإنه من الناحية النظرية يمكن لأي جزء منه أن ينسخ إلى جزئين مختلفين من RNA(يتكامل كل منهما مع أحد الشريطين) إلا أن ما يحدث في الواقع هو أن شريطاً واحداً فقط من DNA هو الذي يتم نسخ قطعة منه حيث يدل توجيه (المحفز) على الشريط الذي سينسخ . أما تضاعف DNA فيتم لكل من شريطي DNA

نسخ mRNA في أوليات النواة	نسخ mRNA في حقيقيات النواة
يوجد إنزيم بلمرة RNA واحد لنسخ الثلاثة أنواع من RNA (الرسول ، الناقل ، الريبوسومي)	يوجد إنزيم بلمرة RNA خاص لنسخ كل نوع من أنواع RNA(الرسول ، الناقل ، الريبوسومي)
يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل أثناء نسخه من DNA حيث ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ في ترجمته بينما يكون الطرف الآخر مازال في مرحلة البناء	لا يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل إلا بعد الانتهاء من نسخ mRNA بأكمله وخروجه من النواة إلى السيتوبلازم من خلال ثقوب الغشاء النووي

تركيب mRNA



شكل (١) رسم تخطيطي لجزيء mRNA

في بداية جزيء mRNA

يوجد موقع الارتباط بالريبوسوم وهو تتابع للنيوكليوتيدات يرتبط بالريبوسوم حيث يصبح أول كودن AUG متجهاً لأعلى وهو الوضع الصحيح للترجمة

في نهاية جزيء mRNA

يوجد ذيل عديد الأدنين (يتكون من حوالي ٢٠٠ أدينوزين) ويعمل هذا الذيل على حماية mRNA من التحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة في السيتوبلازم

ب) حمض RNA الريبوسومي (rRNA)

وظيفته : يدخل أربعة أنواع من حمض rRNA مع البروتين (حوالي ٧٠ نوعاً من عديد الببتيد) في بناء الريبوسومات (أماكن بناء البروتين في الخلية)

بناء الريبوسومات في حقيقيات النواة :

١- يتم في النوية (منطقة من النواة) .

٢- تبنى آلاف الريبوسومات في الساعة أي بمعدل سريع (علل ؟)

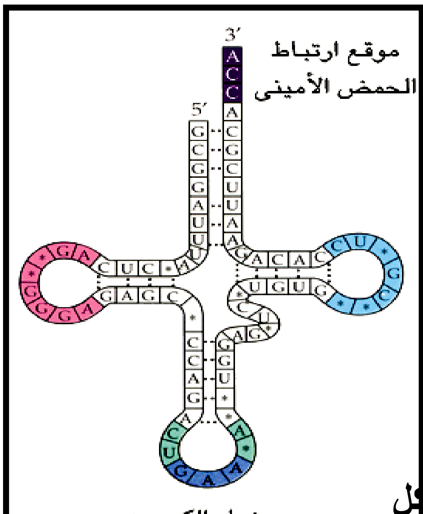
وذلك لأن DNA في خلايا حقيقيات النواة يحتوى على أكثر من ٦٠٠ نسخة من جينات RNA الريبوسومي التي ينسخ منها rRNA

أنواع rRNA : توجد أربعة أنواع مختلفة من rRNA تدخل مع البروتين في بناء الريبوسومات

تكوين الريبوسوم الوظيفي :

يتكون الريبوسوم الوظيفي من تحت وحدتين إحداهما كبيرة والأخرى أصغر : .

- تنفصلان عن بعضهما وتتحرك كل منهما بحرية عندما لا يكون الريبوسوم قائماً بعمله في إنتاج البروتين .
- ترتبط كل منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عندما تبدأ عملية بناء البروتين مرة أخرى .
- يتم بناء البروتينات التي تدخل في تركيب الريبوسومات في السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووي . إلى النواة حيث يكون كل من rRNA والبروتين(عديد الببتيد) تحت وحدات الريبوسوم.
- أثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين mRNA و rRNA



شكل (٢) الشكل العام لجزيء حمض RNA الناقل

٣- حمض RNA الناقل (tRNA)

وظيفته نقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات حيث يكون :

أ- لكل حمض أميني نوع خاص من tRNA يقوم بنقله.

ب- الأحماض الأمينية التي لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع . من tRNA (لذا يكون عدد tRNA أكثر من عشرين)

نسخ tRNA ينسخ tRNA من جينات tRNA الموجودة على شكل تجمعات من٧-٨ جينات على نفس الجزئ من DNA

الشكل العام لجزئ tRNA : لكل جزيئات tRNA نفس الشكل العام التالي :

١- تلتف أجزاء من الجزئ لتكون حلقات تحتفظ بشكلها بازدواج القواعد في مناطق مختلفة من الجزئ .

٢- يوجد موقعان على جزئ tRNA لهما دور في بناء البروتين.

أ- **الموقع الأول** : يتكون من ٣ قواعد CCA عند الطرف (3) من الجزئ وهو الذي يتحد فيه الجزئ بالحمض الأميني الخاص به

ب- **الموقع الآخر** : وهو مقابل الكودون الذي تتزاوج قواعده مع كودونات mRNA المناسبة (عند مركب mRNA والريبوسوم) حيث يحدث ارتباط مؤقت بين tRNA و mRNA . يسمح للحمض الأميني المحمول على tRNA بالدخول في المكان المحدد في سلسلة عديد الببتيد

الشفـرة الــوراثية

الشفرة الوراثية :

تتابع النيوكليوتيدات في ثلاثيات على mRNA والتى تم نسخها من أحد شريطى DNA وينتقل mRNA إلى الريبوسوم حيث يُترجم إلى تتابع للأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الذي يكون بروتيناً معيناً

والسؤال ما هو عدد النيوكليوتيدات المسئولة عن اختيار جزيئات tRNA الخاصة بكل حمض أمينى ؟

عدد النيوكليوتيدات التي تكون شفرة الحمض الأميني :

من المعروف أن :

١- الأحماض الأمينية ٢٠ نوعاً تدخل في بناء البروتين .

٢- عدد النيوكليوتيدات التي تدخل في بناء DNA و RNA ٤ أنواع .

ونظراً لأن النيوكليوتيدات هي التي تشكل شفرات الأحماض الأمينية لذا يجب أن تشكل على الأقل ٢٠ شفرة (تدل على العشرين نوعاً من الأحماض الأمينية)

فإذا اعتبرنا أن

١- كل نيوكليوتيدة واحدة تمثل شفرة حمض أميني معين فتكون عدد الشفرات ٤ (وهذا لا يكفي) .

٢- كل نيوكليوتيدين تمثل شفرة حمض أميني معين فتكون عدد الشفرات $٤^{٢}$ = ١٦ شفرة(وهذا لا يكفي أيضاً)

٣- كل ٣ نيوكليوتيدات تمثل شفرة حمض أميني معين فتكون عدد الشفرات $٤^{٣}$ = ٦٤ شفرة وهذا يكفي . حيث يصبح لكل حمض أميني أكثر من شفرة

الاستنتاج : الشفرة الوراثية ثلاثية لأن أصغر حجم نظري لكلمة شفرة DNA هو ثلاث نيوكليوتيدات

تسمى شفرة الحمض الأميني بالكودون Codon

١- يوجد كودون واحد لبدء البروتين يسمى بكودون البدء وهو (AUG) .

٢- يوجد ٣ كودونات توقف بناء البروتين تسمى كودونات الوقف وهي (UGA, UAA ,UAG) وتعطي هذه الكودونات إشارة عن النقطة التي يجب أن تقف عندها آلية بناء البروتين وتنتهي سلسلة عديد الببتيد .

س : علل : الشفرة الوراثية عالمية أو عامة ؟ (تعتبر الشفرة الوراثية دليلاً على التطور ؟)

ج : لأن نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الأحماض الأمينية في كل الكائنات الحية (فيروسات ، بكتيريا، فطريات ، نبات ، حيوان) وهذا دليل قوي على أن كل الكائنات الحية الموجودة الآن على وجه الأرض قد نشأت عن أسلاف مشتركة

تخليق البروتين

يتم تخليق البروتين على ٣ مراحل :

أولاً : بدء عملية الترجمة :

١- يخرج جزئ mRNA من ثقوب الغشاء النووي إلى السيتوبلازم .

٢- ترتبط تحت وحدة ريبوسوم صغيرة بجزيء mRNA (من جهة الطرف 5̄) بحيث يكون أول كودون به AUG متجهاً لأعلى .

٣- يأتي tRNA حاملاً حمض الميثونين وترتبط قواعده(مضاد الكودون) مع قواعد AUG على mRNA . وبذلك يصبح حمض الميثونين أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد التي ستبنى

٤- ترتبط تحت وحدة ريبوسوم كبيرة بالمركب السابق(تحت وحدة الريبوسوم الصغيرة+ mRNA+tRNA) .
بحيث يحتل tRNA الحامل للميثونين الموقع (P) على الريبوسوم وعندئذ تبدأ تفاعلات بناء البروتين.

ملحوظة

◙ يوجد على الريبوسوم موقعان يمكن أن ترتبط بهما جزيئات tRNA وهما : .
١- **موقع الببتيديل** (P) : يقع عنده كودون البدء AUG الخاص بالميثونين
٢- **موقع الأمينوسيل** (A) : يرتبط فيه مضاد كودون tRNA الجديد بالكودون المناسب على mRNA

ثانياً : استطالة سلسلة عديد الببتيد

تبدأ سلسلة عديد الببتيد في الاستطالة في دورة تتكون من ٣ خطوات : .

١- يدخل tRNA آخر حاملاً معه الحمض الأميني الخاص به ليحتل الموقع (A) على الريبوسوم بحيث . يرتبط مضاد كودونه بالكودون الثاني على جزيء mRNA وبالتالي يصبح الحمض الأميني الذي . يحمله هذا الجزيء tRNA هو الحمض الأميني التالي في سلسلة عديد الببتيد .

٢- يحدث **تفاعل نقل الببتيديل** :

أ- يرتبط الحمضين الأمينيين(المثونين والحمض الثاني) معاً برابطة ببتيدية .
(بواسطة إنزيم ينشط هذا التفاعل هذا الإنزيم عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة) .

ب- يصبح tRNA الأول فارغاً ويترك الريبوسوم وقد يلتقط ميثونيناً آخراً .

جـ- يحمل tRNA الثاني الحمضين الأمينيين معاً .

٣- يتحرك الريبوسوم بأكمله على امتداد mRNA متزحزحاً بمقدار كودون واحد فيحدث ما يلي : .

أ- تأتي هذه الحركة بالكودون التالي (على mRNA) إلى الموقع (A) على الريبوسوم . بينما ينتقل tRNA الحامل للحمضين الأمينين الأول والثاني إلى الموقع(P) تلقائياً .

ب- يأتي tRNA آخر حاملاً الحمض الأميني الثالث بحيث يرتبط مضاد كودونه . بالكودون الثالث على mRNA في الموقع(A) على الريبوسوم .

جـ- يحدث تفاعل نقل الببتيديل حيث يرتبط الحمض الأميني الثاني بالثالث برابطة ببتيدية .

د- يصبح tRNA الثاني فارغاً ويترك الريبوسوم.

هـ- يحمل tRNA الأخير الثلاثة أحماض أمينية وهكذا ..... يتكرر التتابع.

ثالثاً : توقف عملية بناء البروتين :

تقف عملية بناء البروتين عندما يصل الريبوسوم إلى كودون الوقف على mRNA حيث : .

١- يرتبط بروتين يسمى عامل الإطلاق بكودون الوقف مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA .

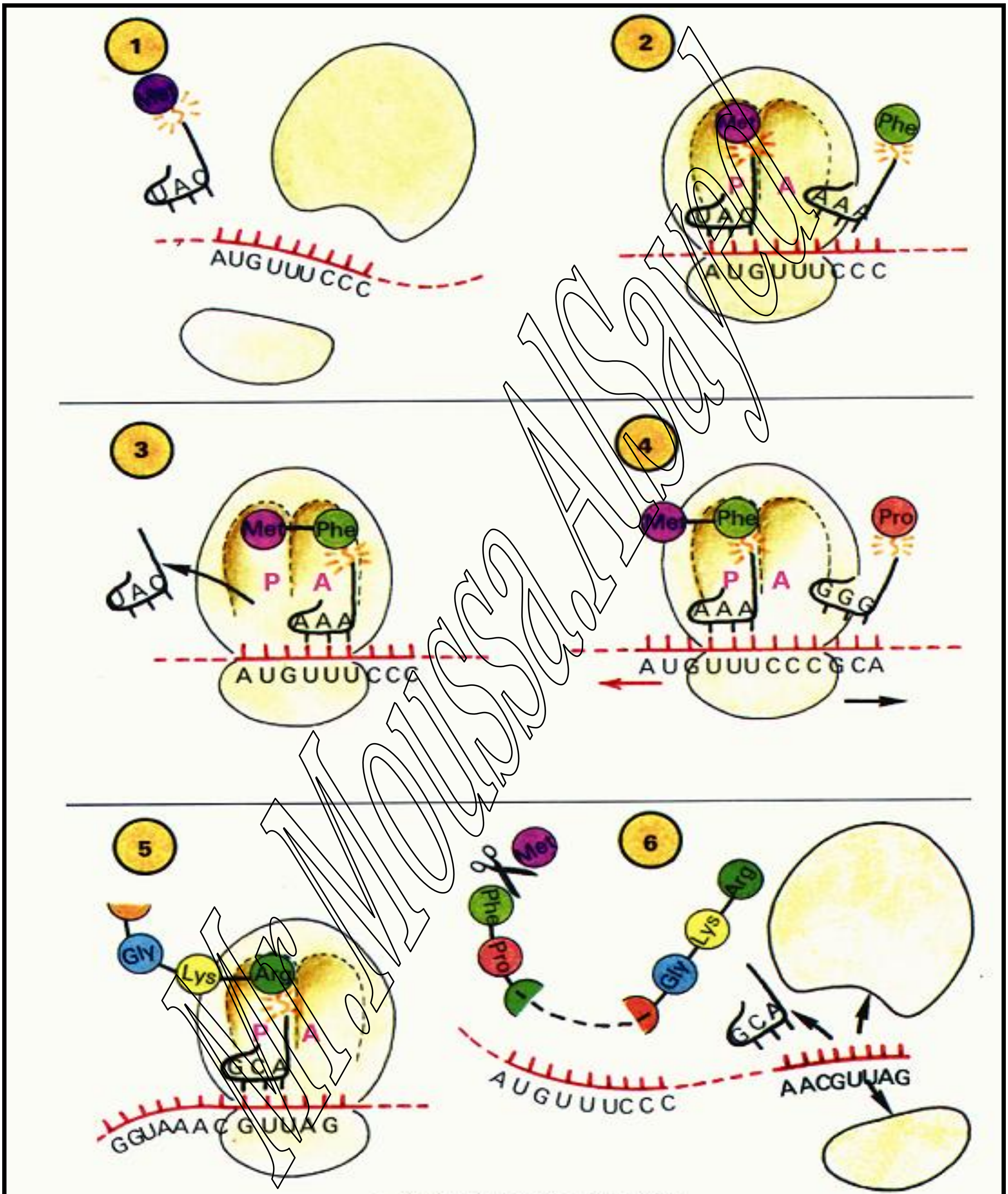
٢- تنفصل تحت وحدتا الريبوسوم عن بعضهما البعض .

◙ بمجرد أن يبرز الطرف 5- لجزيء mRNA حتى يرتبط به تحت وحدة ريبوسوم صغيرة أخرى لتبدأ دورة أخرى في بناء البروتين

Mr.Moussa.AlSyed

عديد الريبوسوم :

اسم يطلق على mRNA عندما يتصل به عدد من الريبوسومات(قد يصل إلى ١٠٠ريبوسوم) يترجم كل منها mRNA بمروره عليه إلى البروتين المقابل



شكل (٣) خطوات تخليق البروتين

Mr.Moussa.AlSayed

القاعدة الأولى	القاعدة الثانية				القاعدة الثالثة
	U	C	A	G	
U	UUU Phenylalanine	UCU Serine	UAU Tyrosine	UGU Cystenine	U
	UUC Phenylalanine	UCC Serine	UAC Tyrosine	UGC Cysteine	C
	UUA Leucine	UCA Serine	UAA STOP	UGA STOP	A
	UUG Leucine	UCG Serine	UAG STOP	UGG Tryptophan	G
C	CUU Leucine	CCU Proline	CAU Histidine	CGU Arginine	U
	CUC Leucine	CCC Proline	CAC Histidine	CGC Arginine	C
	CUA Leucine	CCA Proline	CAA Glutamine	CGA Arginine	A
	CUG Leucine	CCG Proline	CAG Glutamine	CGG Arginine	G
A	AUU Isoleucine	ACU Threonine	AAU Asparagine	AGU Serine	U
	AUC Isoleucine	ACC Threonine	AAC Asparagine	AGC Serine	C
	AUA Isoleucine	ACA Threonine	AAA Lysine	AGA Arginine	A
	AUG(START) Methionine	ACG Threonine	AAG Lysine	AGG Arginine	G
G	GUU Valine	GCU Alanine	GAU Asparagine	GGU Glycine	U
	GUC Valine	GCC Alanine	GAC Asparagine	GGC Glycine	C
	GUA Valine	GCA Alanine	GAA Glutamic acid	GGA Glycine	A
	GUG Valine	GCG Alanine	GAG Glutamic acid	GGG Glycine	G

Mr.Moussa.AlSayed

جدول الشفرات (جدول رقم ١) للإطلاع فقط

التكنولوجيا الجزيئية والهندسة الوراثية

أهم إنجازات التكنولوجيا الجزيئية :

أدى التقدم في معرفة تركيب الجين وكيفية تخليق البروتين إلى :

١- عزل جين مرغوب فيه وتكوين ملايين النسخ منه في داخل خلايا البكتيريا أو الخميرة.

٢- تحليل أي جين لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات فيه .

٣- إجراء مقارنة بين جينات نفس الفرد أو جينات أفراد مختلفة .

٤- معرفة تتابع الأحماض الأمينية في أي بروتين (من خلال معرفة تتابع النيوكليوتيدات في الجين) .

٥- نقل جينات وظيفية من خلايا إلى خلايا أخرى نباتية أو حيوانية .

٦- بناء جزيئات DNA حسب الطلب (تمكن خورانا عام ١٩٩٧ من إنتاج جين صناعي وإدخاله إلى خلية بكتيرية).

٧- إنتاج شرائط قصيرة من DNA تحتوي على تتابع النيوكليوتيدات الذي نرغب فيه
(عن طريق النظم الجينية الموجودة في العديد من المعامل) .

٨- استخدام DNA المبني حسب الطلب (الصناعي) في تجارب تخليق البروتين.

٩- معرفة تأثير الأحماض الأمينية على وظيفة البروتين عن طريق تغيير الشفرة لاستبدال حمض أميني بآخر

تقنيات التكنولوجيا الجزيئية

تهجين الحمض النووي

الأساس العلمي لتهجين الحمض النووي :

١- عند رفع درجة حرارة جزئ DNA إلى ١٠٠°م تتكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد النيتروجينية المتزاوجة في شريطي اللولب المزدوج ويتكون شريطان مفردان غير ثابتين

٢- عند خفض درجة حرارة جزئ DNA تتحد الأشرطة المفردة ببعضها لتكوين لولب مزدوج مرة أخرى حيث أنها تميل لحالة الثبات .

٣- أي شريطين مفردين من DNA أو RNA يمكنهما تكوين شريط مزدوج إذا وجد بينهما تتابعات ولو قصيرة من القواعد المتكاملة.

٤- تتوقف شدة الالتصاق بين الشريطين على درجة التكامل بين تتابعات قواعدهما النيتروجينية .

٥- تقاس شدة الالتصاق بين شريطي النيوكليوتيدات بمقدار الحرارة اللازمة لفصل الشريطين مرة أخرى فكلما كانت شدة التصاق الشريطين كبيرة زاد مقدار الحرارة اللازمة لفصلهما .

٦- يمكن استخدام قدرة الشريط المفرد من DNA أو RNA على الالتصاق طويلاً في إنتاج لولب مزدوج هجين

تكوين DNA المهجن (المهجين) :

خطوات إنتاج لولب مزدوج هجين من DNA :

١- تمزج الأحماض النووية من مصدرين مختلفين (نوعين مختلفين من الكائنات الحية) .

٢- ترفع درجة حرارة الخليط إلى ١٠٠ °م فتنفصل جزيئات DNA إلى أشرطة مفردة .

Mr.Moussa.Alsayed

٣- يسمح للخليط بأن يبرد حيث : .

أ- تتكون بعض اللوالب المزدوجة الأصلية (لأحد المصدرين) .

ب- تتكون في نفس الوقت عدد من اللوالب المزدوجة الهجين يتكون كل منها من شريط من كلا المصدرين

DNA المهجن : لولب مزدوج يتكون من شريطين أحدهما من كائن والشريط المتكامل معه من كائن آخر

استخدامات DNA المهجن :

أ) الكشف عن وجود جين معين داخل المحتوى الجيني وكميته ويتم ذلك كالتالي :

١- يحضر شريط مفرد لتتابع النيوكليوتيدات يتكامل مع أحد أشرطة الجين محل الدراسة وذلك باستخدام النظائر المشعة (حتى يسهل التعرف على هذا الشريط بعد ذلك) .

٢- يخلط هذا الشريط مع جينات المحتوى الجيني .

٣- ترفع درجة الحرارة إلى ١٠٠ °م ثم يبرد الخليط بهدف الحصول على DNA هجين (أحد الشريطين طبيعي والشريط المتكامل معه صناعي مشع) .

٤- يستدل على وجود الجين وكميته بالسرعة التي تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة

ب) تحديد العلاقات التطورية بين الأنواع المختلفة :

كلما تشابه تتابع نيوكليوتيدات DNA بين نوعين من الكائنات الحية وزادت درجة التهجين بينهما كلما كانت العلاقة التطورية أقرب بينهما .

إنزيمات القطع أو القصر البكتيرية

◙ كان من المعروف أن الفيروسات التي تنمو داخل سلالات معينة من بكتيريا إيشريشيا. كولاي يقتصر نموها على هذه السلالات فقط .

◙ أرجع العلماء أن السلالات المقاومة من البكتيريا تكون إنزيمات تتعرف على مواقع معينة من جزئ DNA الفيروسي الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة وأطلق عليها(إنزيمات القصر البكتيرية) .

إنزيمات القصر البكتيرية : هي إنزيمات (تكونها بعض السلالات البكتيرية) تتعرف على مواقع معينة من جزئ DNA الفيروسي الغريب وتهضمه إلى قطع عديمة القيمة

س : علل : لا تهاجم إنزيمات القصر البكتيرية DNA الخاص بالخلية البكتيرية نفسها ؟

ج : لأن البكتيريا المحتوية على إنزيمات القصر تقوم بتكوين إنزيمات معدلة حيث تضاف مجموعة ميثيل CH_3 إلى النيوكليوتيدات التي تتعرف عليها إنزيمات القصر في جزئ DNA البكتيري مما يجعل DNA البكتيري مقاوماً لفعل هذه الإنزيمات.

وجود إنزيمات القصر : ١- إنزيمات القصر منتشرة في الكائنات الدقيقة

٢- تم فصل ما يزيد عن ٢٥٠ إنزيماً من سلالات بكتيرية مختلفة

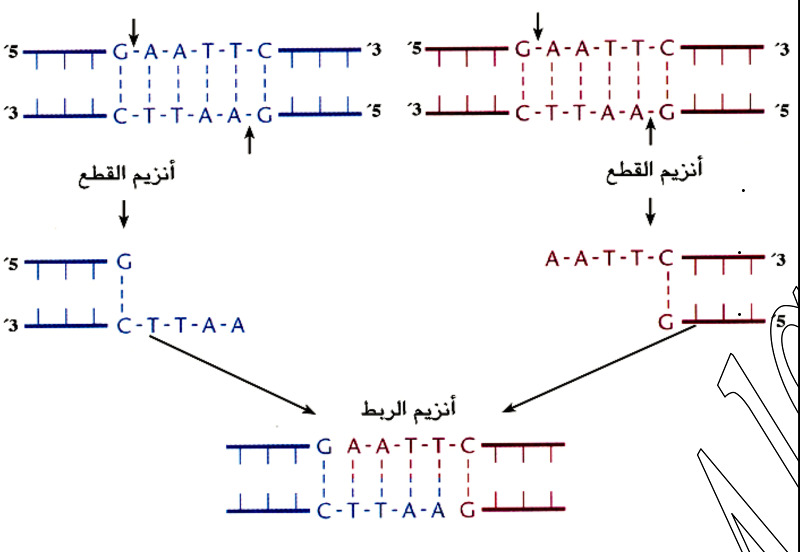
Mr.Moussa.AlSyed

كيفية عمل إنزيمات القصر :

١- يتعرف كل إنزيم من إنزيمات القصر على تتابع معين للنيوكليوتيدات مكون من (٤ : ٧) نيوكليوتيدات .

٢- يقص الإنزيم جزئ DNA عند(أو بالقرب من) موقع التعرف.

٣- تتابع القواعد النيتروجينية على شرطي DNA عند موقع القطع يكون هو نفسه عندما يقرأ التتابع على كل شريط في اتجاه ٣ .



(شكل ٤) دور انزيمات القصر والربط فى قطع وربط قطعتين مختلفتين من DNA عند مواقع محددة

ملحوظة

لكل إنزيم قصر القدرة على قطع جزئ DNA بغض النظر عن مصدره فيروسي أو بكتيري أو نباتي أو حيواني مادام هذا الجزء يحتوي على نسخة أو أكثر من تتابعات التعرف

أهمية إنزيمات القصر :

◙ تمكن الباحثون من لصق قطعة معينة من جزئ DNA بقطعة أخرى من جزئ آخر كالتالي : .

١- إنزيمات القصر تعمل كوسيلة لقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات عند أطرافها.

٢- العديد منها يكون أطرافاً مائلة حيث تكون قطع اللولب المزدوج ذات طرفين مفردي الشريط يطلق عليها (الأطراف اللاصقة) .

٣- تتزواج قواعد الطرف اللاصق مع طرف آخر لاصق على DNA الأخر نتج عن معاملته بنفس إنزيم القصر.

٤- يتم ربط الطرفين اللاصقين إلى شريط واحد بواسطة إنزيم الربط

الأطراف اللاصقة :

أطراف مائلة مفردة الشريط لقطع من اللولب المزدوج لـ DNA قواعدها تتزاوج مع طرف قطعة أخرى لشريط آخر على DNA آخر تم معاملته بنفس إنزيم القصر يمكن بعد ذلك ربط الطرفين إلى شريط واحد بواسطة إنزيم الربط

استنساخ تتابعات DNA :

يقوم العلماء بإنتاج العديد من نسخ جين ما أو قطعة من DNA وذلك بلصقها بفاج أو بلازميد يحملها إلى خلية بكتيرية كالتالي : .

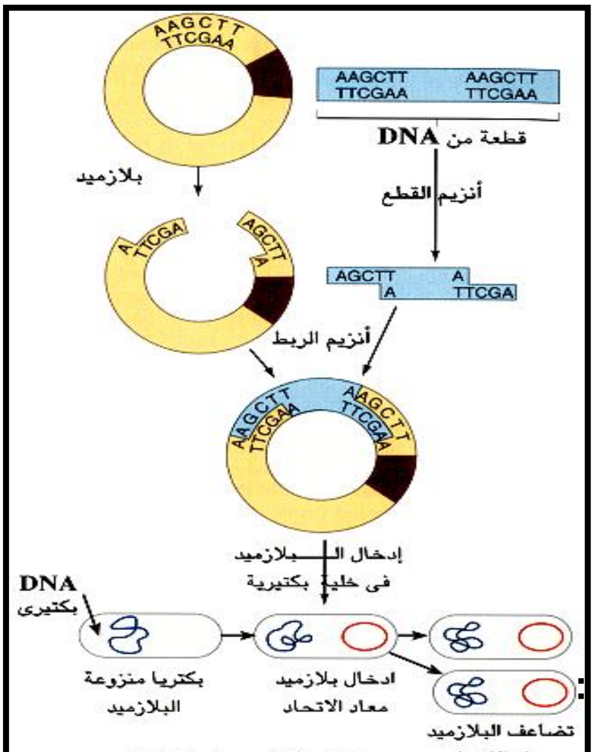
١- يعامل كل من الجين (المراد نسخه) والبلازميد بنفس إنزيم القصر لتكوين نهايات مفردة الشريط متكاملة القواعد(أطراف لاصقة) .

٢- يخلط الجين والبلازميد حيث تتزاوج قواعد بعض النهايات اللاصقة للبلازميد مع النهايات اللاصقة للجين .

٣- يتم ربط الاثنين معاً باستخدام إنزيم الربط .

Mr.Moussa.AlSayed

٤-يضاف البلازميد(الحامل للجين) إلى مزرعة بكتيرية أوخلايا الخميرة (سبق معاملتها لزيادة نفاذيتها لـDNA)
حيث تدخل بعض البلازميدات إلى داخل الخلايا



شكل (٥) إستنساخ DNA

٥- مع انقسام الخلايا البكتيرية أوالخميرة تتضاعف البلازميدات
(ومعها الجين) مع تضاعف المحتوى الجيني للخلية

٦- يتم تكسير الخلايا وتحرير البلازميدات ويتم إطلاق الجين من البلازميدات باستخدام نفس إنزيم القصر الذي سبق استخدامه .

٧- يتم عزل الجينات بالطرد المركزي المفرق ليصبح لدى الباحث كمية كافية من الجين أو قطع DNA المتماثلة :

أ- يستطيع أن يحللها لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات بها .

ب- يستطيع زراعتها في خلية أخرى

طرق الحصول على قطع DNA لمضاعفتها : توجد طريقتان :

الطريقة الأولى : استخدام البلازميدات (أو الفاج) الطريقة السابقة

١- يتم الحصول على المحتوى الجيني للخلية لأحد الثديات مثلاً (فصل كمية DNA التي بها) .

٢- يتم قص DND بواسطة إنزيمات القصر وبذلك يتم الحصول من المحتوى الجيني على ملايين من قطع DNA

٣- يتم لصق هذه القطع ببلازميدات أوفاج لمضاعفتها داخل خلايا بكتيرية بالطريقة السابقة

الطريقة الثانية : استخدام mRNA (وهذه الطريقة هي الأفضل) :

١- يتم عزل mRNA من الخلايا التي يكون فيها الجين(المراد مضاعفته) نشطاً مثل : .

أ- خلايا البنكرياس التي تكون الأنسولين .

ب- الخلايا المولدة لكرات الدم الحمراء التي تكون الهيموجلوبين

وذلك لوجود كميات كبيرة من mRNA الذي يحمل الرسالة اللازمة لبناء هذه البروتينات.

٢- يتم استخدام mRNA كقالب لبناء شريط DNA الذي يتكامل معه وذلك باستخدام إنزيم النسخ العكسي .

٣- يتم بناء الشريط المتكامل مع شريط DNA المتكون باستخدام إنزيم البلمرة فنحصل على لولب مزدوج من DNA يمكن مضاعفته (استنساخه) .

إنزيم النسخ العكسي : إنزيم يقوم ببناء DNA بناء على قالب من RNA

ملحوظة

توجد شفرة إنزيم النسخ العكسي في الفيروسات التي محتواها الجيني يتكون من RNA حيث تستخدمه في تحويل محتواها من RNA إلى DNA الذي يرتبط بالمحتوى الجيني من DNA لخلية العائل

جهـــاز PCR Polymerase Chain Reaction

جهاز يستخدم حالياً لمضاعفة قطع DNA باستخدام إنزيم (تاك بوليمريز tag polymerase) الذي يعمل عند درجة حرارة مرتفعة حيث يستطيع خلال عدة دقائق مضاعفة قطع DNA آلاف المرات

DNA معاد الاتحاد : عملية إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حي إلى خلايا كائن حي آخر

- يتخيل بعض العلماء أن قد يأتي الوقت الذي يمكن فيه إدخال نسخ من جينات طبيعية إلى أفراد بعض جيناتهم مصابة بالعطب وبذلك يمكن شفاؤهم دون الاستخدام المستمر للعقاقير لعلاج النقص الوراثي

التطبيقات العلمية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد

أ) إنتاج بروتينات مفيدة (كالأنسولين البشري) على نطاق تجاري :

- يعتبر هرمون الأنسولين البشري أول بروتين يتم إنتاجه بتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد والذي يحتاجه ملايين المصابين بمرض السكر يومياً .
- قبل ذلك كان يستخلص الأنسولين من بنكرياس المواشي والخنازير بعملية طويلة ومرتفعة التكلفة .
- على الرغم من أن الأنسولين البشري الذي تنتجه البكتيريا بتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد مازال مرتفع التكلفة إلا أنه أفضل لبعض المرضى الذين لا يتحملون الفروق الطفيفة بين الأنسولين البشري وأنسولين الأنواع الأخرى(كالماشية والخنازير) .
- قد يصير الأنسولين البكتيري أقل تكلفة مع تحسن طرق إنتاجه

ب) إنتاج الإنترفيرونات :

الإنترفيرونات :

هي بروتينات توقف تضاعف الفيروسات خاصة التي محتواها الجيني من RNA (كالأنفلونزا وشلل الأطفال)

- داخل جسم الإنسان تبنى الإنترفيرونات في الخلايا المصابة بالفيروس وتنطلق منها إلى الخلايا المجاورة لوقايتها من مهاجمة الفيروس .
- الإنترفيرون المستخدمة في الطب في علاج بعض الأمراض الفيروسية (كبعض أنواع السرطان) : .

- **عـــــام ١٩٧٠ :** كان يُستخلص بصعوبة من الخلايا البشرية ولذلك كان نادر الوجود ومرتفع الثمن
- **في الثمانينات :** تمكن الباحثون في مصانع الأدوية من إدخال ٢٥ جيناً بشرياً للإنترفيرونات إلى داخل خلايا بكتيرية وبذلك أصبح الإنترفيرون وفيراً ورخيص الثمن نسبياً .
- الدراسات المبدئية لاستخدام الإنترفيرونات في علاج السرطان كانت مخيبة للآمال وقد يرجع سبب ذلك إلى مشاكل تقنية (قد يمكن التغلب عليها في المستقبل)

ج) في مجال الزراعة

قد يتمكن الباحثون الزراعيون في القريب العاجل من:

١- إدخال جينات مقاومة للمبيدات العشبية وبعض الأمراض الهامة فى نباتات المحاصيل.

Mr.Moussa.AlSyed

٢- عزل ونقل الجينات الموجودة في النباتات البقولية والتي تمكنها من استضافة البكتيريا القادرة على تثبيت النيتروجين الجوي في جذورها إلى نباتات محاصيل أخرى حتى تستطيع استضافة هذه البكتيريا فيمكننا الاستغناء عن إضافة الأسمدة النيتروجينية عالية التكلفة والتي تسبب تلويث الماء في المناطق الزراعية.

د) في مجال التجارب والأبحاث (الهندسة الوراثية) تمكن الباحثون من :

١- زُرع جين لون الياقوت الأحمر للعين من سُلالة من ذبابة الفاكهة(الدروسوفيلا) في خلايا مقرر لها أن تكون أعضاء تكاثرية لجنين من سُلالة أخرى(بنية العيون) وعندما نمت الأجنة إلى أفراد انتقل إليها الجين الذى أضفى على الأجيال الناتجة عن تزاوج هذه الأفراد صفة لون الياقوت الأحمر للعين بدلاً من اللون البنى (اللون الأصلي لعيون سُلالته)

٢- إدخال جين هرمون نمو فأر من النوع الكبير(أو من الإنسان) إلى فئران من النوع الصغير فنمت هذه الفئران إلى ضعف حجمها بالإضافة إلى أن هذه الصفة انتقلت إلى الأجيال التالية .

بعض مخاطر DNA معاد الاتحاد

يعارض الكثير بشدة استمرار البحث في مجال تكنولوجيا DNA معاد الاتحاد لأن لها أضراراً خطيرة جداً لو استخدمت لتحقيق أغراضاً أخرى :

- مثل حدوث حوادث مفاجئة كإطلاق سلالة من البكتيريا في العالم بها جين لإنتاج مادة سامة خطرة .
- يرى البعض أن احتمال حدوث ذلك ضئيل جداً لأن البكتيريا المستخدمة في تجارب DNA معاد الاتحاد هي (إيشريشيا.كولاي) التي تعيش في أمعاء الإنسان إلا أن السلالة المستخدمة منها في التجارب لم تعش داخل جسم الإنسان لعدة آلاف من الأجيال لأن استخدامها في التجارب أدى إلى تغير هذه البكتيريا بحيث أصبحت غير قادرة على الحياة إلا في أنابيب الاختبار مما قلل من فرصة استخدامها بعد ذلك في أي أغراض أخرى

الجينوم البشري : (المحتوى الجيني للخلية البشرية)

هو المجموعة الكاملة للجينات الموجودةعلى كروموسومات الخلية البشرية والتي تمثل مادةالوراثة في الإنسان

عدد الجينات التي تعرف عليها العلماء

- عام ١٩٨٠ حوالي ٤٥٠ جيناً .
- في منصف الثمانينات : ١٥٠٠ جيناً بعض هذه الجينات :

١- مسببة لزيادة الكوليسترول في الدم (أحد أسباب أمراض القلب) .

٢- ممهد للإصابة بالأمراض السرطانية .

- توصل العلماء إلى أن هناك ما بين ٦٠ – ٨٠ألف جين في الإنسان موجودة على ٢٣زوج من الكروموسومات
- وقد تم اكتشاف أكثر من نصف هذه الجينات المحتوى الجيني للإنسان حتى الآن

ترتيب الكروموسومات

- ترتب الكروموسومات حسب حجمها من رقم(١) إلى رقم (٢٣) ولا يخضع الكروموسوم(X) لهذا الترتيب . فهو يلي الكروموسوم السابع في الحجم ولكنه يرتب في نهاية الكروموسومات ويحمل رقم(٢٣)

بعض الجينات والكروموسومات التي تحملها

١- **جين البصمة** : يقع على الكروموسوم رقم (٨)

٢- **جينات فصائل الدم** : تقع على الكروموسوم رقم (٩)

٣- **جين تكوين الأنسولين وجين تكوين الهيموجلوبين** : يقعان على الكروموسوم رقم (١١)

٤- **جين العمى اللوني وجين الهيموفيليا** : يقعان على الكروموسوم (X)

أوجه الاستفادة من الجينوم البشري

١- معرفة الجينات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة.

٢- معرفة الجينات المسببة لعجز الأعضاء عن أداء وظائف الجسم .

٣- الاستفادة منه مستقبلاً في صناعة العقاقير و الوصول إلى عقاقير بدون آثار جانبية.

٤- دراسة تطور الكائنات الحية من خلال مقارنة الجينوم البشري بغيره من جينات الكائنات الحية الأخرى.

٥- تحسين النسل من خلال التعرف على الجينات المرضية في الجنين والعمل على تعديلها.

والآن : يمكن من خلال شعرة أو حيوان منوي تحديد كل خصائص وصفات أي إنسان ورسم صورة له بكل ملامح وجهه لأن الجينوم البشري يفشي كل معلوماته الوراثية

(((تم بحول الله وقوته ولله الحمد من قبل ومن بعد)))

Mr.Moussa.AlSyed

أسئلة

س١: اختر الإجابة الصحيحة :

١- عند قياس نسبة القواعد النيتروجينية لحمض نووى فى كائن حى معين كانت النسبة كالآتى

T = 26%   A = 20%   G= 23%   C = 31%

هذا الحمض النووى يكون:

أ- AND لولب مزدوج   ب- AND شريط مفرد

جـ-ANRt   د-ANRr

٢- تكون المادة الوراثية ANR فى :

أ-الفئران   ب-القمح   جـ-فيروس الإيدز   د-البكتريوفاج

٣-الكودون هو ثلاث نيوكليوتيدات متتالية على

أ-AND   ب-ANRm   جـ- ANRt   د-ANRr

٤-إذا كانت الشفرة ثلاثية فالاحتمالات المختلفة لكودونات الأحماض الأمينية تكون

أ-$٣^٣$ ب-$٤^٣$ جـ-$٣^٤$ د-$٤^٤$

٥-عديد ببتيد يتكون من ١٢ حمض امينى ، أقل عدد من النيكلوتيدات المكونة mRNA تكون

أ- ١٢   ب-٢٤   جـ-٣٦   د-٩٦

س٢: هذا الشكل يوضح جزء من شريط DNA

3́ ———————————— 5́

A A A T T C C G A T T T A C

أ-اكتب تتابعات الشريط المتكامل معه.

ب-اكتب تتابعات ANRm .

جـ-احسب نسبة $\frac{A+C}{T+G}$ من اللولب المزدوج

س٧: علل لما يأتى:

١-شريط DNA يكون أحدهما فى وضع معاكس للآخر.

٢-تلعب إنزيمات الربط دورا هاما فى الثبات الوارثى للكائنات الحية.

٣-المحتوى الجينى للسلمندر يعادل ٣٠ مرة المحتوى الجينى للانسان، ومع ذلك يعبر عن عدد أقل من الصفات.

٤-قدرة بعض البكتيريا على تحليل DNA الفيروسى .

٥-وجود شفرة أنزيم النسخ العكسى فى الفيروسات التى محتواها الجينى RNA.

٦- تعتبر الشفرة الوراثية دليلا على حدوث التطور.

٧- الفيروسات سريعة الطفرات.

٨- يتم بناء الآف من الريبوسومات فى الساعة .

٩- لا تتم ترجمة ذيل عديد الأدينين على mRNA إلى أحماض أمينية .

١٠- تختلف البروتينات رغم تشابه الوحدات البنائية لها .

س٨: ما المقصود بكل من:

البلازميد- عديد الريبوسوم - عامل الاطلاق - الجينوم البشرى - الشفرة الوراثية - مضاد الكودون -كودون البدء - كودون الوقف.

س٩: اختر من العمود (ب) ما يناسب عبارات العمود (أ):

(أ)	(ب)
١- أنزيم ديوكس ريبونيوكليز	أ-يعمل على اصلاح عيوب DNA
٢- أنزيم اللولب	ب-يفصل شريطى DNA عن بعضهما
٣- أنزيم بلمرة DNA	جـ-يعمل على تحليل DNA تحليلا كاملا
٤- أنزيم النسخ العكسى	د-يعمل على كسر DNA فى أماكن محددة
٥- أنزيمات الربط	هـ-يضيف نيوكلوتيدات جديدة فى اتجاه ٣
٦- أنزيمات القصر	و-ينسخ mRNA من DNA
٧- أنزيم بلمرة RNA	ز- ينسخ DNA من RNA

س٣: جين (X) يتكون من ١٥٠ زوج من النيكلوتيدات ، كم عدد الأحماض الأمينية التى تدخل فى تكوين البروتين الناتج؟

س٤: بتحليل المادة الوراثية للفيروس أعطى النتائج التالية الخاصة بنسبة القواعد النيتروجينية به

G=32%   U=18%   C=32%   A=18%

ما نوع الحمض النووى الذى يملكه هذا الفيروس؟ولماذا؟

س٥: فى البكتيريا ت تم عملية النسخ وعملية الترجمة فى آن واحد ، بسبب عدم وجود غشاء نووى يحيط بالمادة الوراثية.

أ-العبارتان صحيحتان وتوجد علاقة بينهما.

ب-العبارتان صحيحتان ولا توجد علاقة بينهما.

جـ-العبارتان خاطئتان.

د-العبارة الأولى صحيحة والثانية خاطئة.

هـ-العبارة الأولى خاطئة والثانية صحيحة.

س٦: أى من العبارات التالية غير صحيح، ولماذا؟

١- لا تلتحم تحت وحدتى الريبوسوم إلا أثناء ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل.

٢- تتم عملية ترجمة mRNA من خلال ريبوسوم واحد فقط.

٣- تملك الميتوكوندريا والريبوسومات DNA .

٤- عدد أنواع tRNA يساوى عدد أنواع العشرين حمض أمينى.

٥- الجين هو عبارة عن البروتين الذى يحدد ظهور الصفة الوراثية.

س١٠: قارن بين:

أ-نيوكليوتيدة DNA ، ونيوكليوتيدة RNA

ب-DNA فى أوليات النواه وDNA فى حقيقيات النواه.

جـ-البروتينات التركيبية والبروتينات التنظيمية .

د-DNA المهجن و DNA معاد الاتحاد.

س١١: تمت معظم الدراسات الخاصة بكشف مادة الوراثة الحقيقية باستخدام الفيروسات والبكتيريا ، فسر إحدى هذه التجارب التى استخدم فيها الفيروس والبكتيريا لاثبات أن مادة الوراثة هى DNA وليس البروتين .

س١٢: ما أهمية الجينوم البشرى؟

س١٣: وضح باختصار خطوات تكوين البروتين بدأ من نسخ المعلومات الوراثية.

Mr.Moussa.AlSyed